

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 08-179023

(43) Date of publication of application : 12.07.1996

(51) Int.CI.

G01R 33/04
H01L 29/82
H01L 43/00

(21) Application number : 06-324234

(71) Applicant : RES DEV CORP OF JAPAN

(22) Date of filing : 27.12.1994

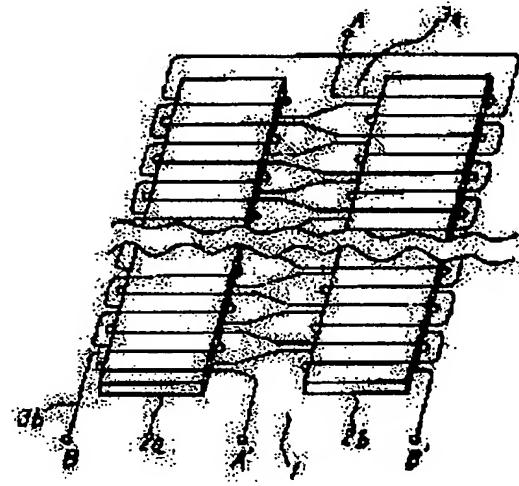
(72) Inventor : KAWAHITO SHOJI
NAKAMURA TETSUO

(54) MAGNETIC DETECTING ELEMENT INTEGRATED ON SEMICONDUCTOR SUBSTRATE AND MAGNETIC DETECTING MODULE

(57) Abstract:

PURPOSE: To accurately detect magnetism with high sensitivity and extremely miniaturize a device.

CONSTITUTION: Magnetic detecting elements integrated on a semiconductor substrate 1 are constituted of soft magnetic film cores 2a, 2b formed on the semiconductor (silicon) substrate 1, an exciting coil 3b made of a metal film for AC-exciting the soft magnetic film cores 2a, 2b, and a magnetic flux change detecting coil 3a made of a metal film. The exciting coil 3b and the magnetic flux change detecting coil 3a are wound in turn on the soft magnetic film cores 2a, 2b.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3545074

[Date of registration] 16.04.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

[decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(10) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願登録号

特願平3-175023

(13) 公開日 平成3年07月26日

(14) 伝送装置
001R 88/04
HD1L 88/03
43/00

実用新案登録番号
9807-2G

P.I

実用新案登録

特許出願 文書番号 9807530 QL (合 15 30)

(15) 特許出願番号 特願平3-175023
(16) 出願日 平成3年(1991)07/26日

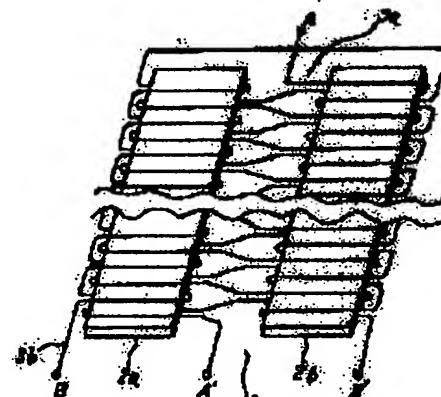
(17) 出願人 三井電機株式会社
東京都渋谷区渋谷4丁目3番6号等
(18) 代理人 三井電機株式会社上野1-3 玉川町
東京都渋谷区
(19) 著者 三井電機株式会社
東京都渋谷区渋谷2-1 金沢橋
東京都渋谷区
(20) 代理人 三井電機株式会社

(21) 題目の名義 本発明は、半導体基板に形成された電極を介して電極子母の電気検出モジュール

(22) 【要約】

【目的】 感度が高く、正確な漏気の検出を行うことができ、しかも小型化が可能な半導体基板上に実装される漏気検出手段及び漏気検出モジュールを提供する。

【構成】 半導体基板に実装される漏気検出素子において、半導体(シリコン)基板上に形成される熱敏性膜コア2a, 2bと、この熱敏性膜コア2a, 2bを交差的に配置される金属性により形成される動磁コイル3aと、直巻説により形成される漏気変化検出用コイル3bとを備えし、熱敏性膜コア2a, 2bに動磁コイル3bと漏気変化検出用コイル3aを1ターンずつ交互に巻いた構造を有する。



特許出願登録番号
特願平3-175023
特許出願登録番号
30-2007530

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板に集成される微気体検出素子において、(a) 半導体基板上に形成される軟磁性鉄コアと、(b) 前記鉄性鉄コアを交差的に配置するための金属膜により形成される動磁コイルと、(c) 金属膜により形成される微気変化検出用コイルとを形成したことを特徴とする微気検出素子。

【請求項 2】 請求項 1記載の微気検出素子において、前記軟磁性鉄コアを回転駆動し、前記軟磁性鉄コアに電磁コイル m ターン (m は正の整数) と微気変化検出用コイル m ターン (m は正の整数) を交互に配置した構造を有し、該検出装置が静止のとき、動磁コイルによる静磁波形を計測するようにした微気検出素子。

【請求項 3】 請求項 1記載の微気検出素子において、前記動磁コイルと微気変化検出用コイルを 2 つの平面コイルとして構成し、その上に前記軟磁性鉄コアを巻いた構造を有する微気検出素子。

【請求項 4】 半導体基板に集成される弹性体を用いた微気検出モジュールにおいて、(a) 前記弾性体を基板上に形成される軟磁性コアと、該軟磁性コアを交差的に回転するための金属膜により形成される動磁コイルと、金属膜により形成される微気変化検出用コイルとを有する微気検出素子と、(b) 前記動磁コイルに巻線され、前記半導体基板上に形成される動磁コイルと軟磁性鉄コアと、(c) 前記微気変化検出用コイルに巻線され、前記半導体基板上に形成される微気検出信号処理用集成回路とを具備する微気検出モジュール。

【請求項 5】 請求項 4記載の微気検出モジュールにおいて、前記動磁コイル回転用集積回路は、パルス駆動器と分周回路と駆動回路とを具備する微気検出モジュール。

【請求項 6】 請求項 4記載の微気検出モジュールにおいて、前記微気検出信号処理用集成回路は、駆動信号再生回路と高周波増幅器とクロス結合スイッチと感度選択フィルタなどを具備する微気検出モジュール。

【請求項 7】 半導体基板に集成される弹性体を用いた微気検出モジュールにおいて、(a) 半導体基板上に形成される半導体微気検出素子と、(b) 該半導体微気検出素子を挟むように配置される一対の軟磁性コアと、(c) 該軟磁性コアに巻き付けられる金属膜により形成される動磁コイルとを具備する微気検出モジュール。

【請求項 8】 請求項 7記載の微気検出モジュールにおいて、前記半導体微気検出素子はホール素子である微気検出モジュール。

【請求項 9】 請求項 7記載の微気検出モジュールにおいて、前記半導体微気検出素子は分割ドレイン型微気トランジスタである微気検出モジュール。

【請求項 10】 半導体基板に集成される弹性体を用いた微気検出モジュールにおいて、(a) 半導体基板の中央部に形成される分割ドレイン型微気トランジスタと、

(b) 前記微気トランジスタの側面に形成される溝と、(c) 前記溝の底面に形成され、前記微気トランジスタに接続される駆動線と、(d) 前記溝の下側に形成されるコイルの下層配線と、(e) 该コイルの下層配線の上方に形成される軟磁性コアと、(f) 该軟磁性コアの上方に配置され、前記コイルの下層配線と接続されるコイルの上層配線とを具備する微気検出モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の利用分野】 本発明は、半導体基板に集成される微気検出素子及び微気検出モジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 緩衝性体とコイルを用いた微気センサは、古くから非常に高い実用センサとして用いられている。このような微気センサは、比較的大きな棒状のコアが、軟磁性リボン (導帶) をリング状に巻いたコアに、コイルを手作業により巻くことにより作製される。また、測定範囲に比例した電圧を得るために、電子回路が必要となる。

【0003】 このような微気センサの微気検出素子を複数軟磁性コアと平面状の導線コイルにより実現する方法も考案されている。一方、半導体を用いた微気センサは、小型で重くないため、なく用いられていく。また、半導体微気センサと、同じ基板上に巻きのコイルを形成し、現実による共振波を行う方法も考案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来の大きな棒状コア、または軟磁性リボンによるリング形状コアに、手巻きによるコイルを巻き、また電子回路を個別部品により構成する微気センサは、微気検出部及び駆動部が大きくなり、製作費も高くなる。また、従来の複数軟磁性コアと平面導線コイルを用いた微気検出素子では、動磁コイルにより発生する微気変化による大きな誘導感応が、測定範囲の高さに限わらず、検出コイルに現れてしまう。このために、その逆像を考慮したり、波形の変化から、測定範囲に比例した成分を抽出するための処理が難しくなる。例えば、波形が抑制したり、オフセットが大きくなったりという問題のために、高感度な検出を困難にする。

【0005】 従来の(半導体基板を用いない) 微気センサでは、測定範囲がないときに誘導感応を打ち消す方法は存在している。また、従来の半導体微気センサは、感度は、分解能が悪く、その用途が限られていた。また、半導体微気センサと、巻きのコイルを同一基板上に形成し、共振波を行う方法によっても、感度や分解能における著しい改善はみられない。

【0006】 本発明は、上記の課題を解決し、感度が高く、正確な微気の検出を行うことができ、しかも小型

化が可能な半導体基板上に架橋された複数の検出子及び
微気検出モジュールを提供することを目的とする。

【0007】

【問題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、

(1) 半導体基板に架橋される複数の検出子において、半導体基板上に形成される歯模性コアと、この歯模性コアを周囲的に囲むための金属膜により形成される助強コイルと、金属膜により形成される微気変化検出用コイルとを密接に接するようにしたものである。

【0008】(2) 上記(1)記載の複数の検出子において、前記2つの歯模性コイルと2つの微気変化検出用コイルを2つの平巻コイルとして重ね、その上に前記歯模性コアを置いた構造を有し、逆巻き構造が重ねたとき、微気変化検出用コイルに誘導波形が現れないようにしたものである。

(3) 上記(1)記載の複数の検出子において、前記2つの歯模性コイルと2つの微気変化検出用コイルを2つの平巻コイルとして重ね、その上に前記歯模性コアを置いた構造を有し、逆巻き構造が重ねたとき、微気変化検出用コイルに誘導波形が現れないようにしたものである。

【0009】(4) 半導体基板に架橋される歯模性を用いた微気検出モジュールにおいて、半導体基板上に形成される歯模性コアと、この歯模性コアを周囲的に囲むための金属膜により形成される助強コイルと、金属膜により形成される微気変化検出用コイルとを複数の検出子と、前記歯模性コイルに接続され、前記半導体基板上に架橋される助強コイル駆動用駆動回路と、前記微気変化検出用コイルに接続され、前記半導体基板上に架橋される微気検出信号処理用駆動回路とを接するようにしたものである。

【0010】(5) 上記(4)記載の歯模性コアを用いた微気検出モジュールにおいて、前記歯模性コイル駆動用駆動回路は、パルス発振器と分周回路と駆動回路とを設けるようにしたものである。

(6) 上記(4)記載の歯模性コアを用いた微気検出モジュールにおいて、前記歯模性コア駆動用駆動回路は、駆動回路と駆動回路とを接するようにしたものである。

【0011】(7) 半導体基板に架橋される歯模性を用いた微気検出モジュールにおいて、半導体基板上に形成される半導体微気検出子と、この半導体微気検出子を複数の検出子と、前記歯模性コアと、この歯模性コアに巻き回される金属膜により形成される助強コイルとを接するようにしたものである。

(8) 上記(7)記載の歯模性コアを用いた微気検出モジュールにおいて、前記半導体微気検出子はホール素子である。

【0012】(9) 上記(7)記載の歯模性コアを用いた微気検出モジュールにおいて、前記半導体微気検出子は分割ドレイン型微気トランジスタである。

【0013】本発明は別に架橋される歯模性を用いた微気検出モジュールにおいて、半導体基板の中央部に形成される分割ドレイン型微気トランジスタと、この溝の底面に形成され、前記溝に接続されるトランジスタに接続される記憶環と、前記溝の下部に形成されるコイルの下層記憶と、このコイルの下層記憶の上部に形成される歯模性コアと、この歯模性コアの上部に形成され、前記コイルの下層記憶と接続されるコイルの上層記憶とを設けるようにしたものである。

【0014】

【作用】本発明によれば、上記のように、

(1) 半導体基板に架橋される歯模性検出子において、半導体基板上に形成される歯模性コアと、この歯模性コアを周囲的に囲むための金属膜により形成される助強コイルと、金属膜により形成される微気変化検出用コイルとを密接に接するようにしたので、感度が高く、しかも正確に微弱な微気の検出を行うことができ、しかも小型の半導体基板上に架橋される複数の検出子を得ることができる。

【0015】(2) 特に、モノリシック半導体基板上に薄膜技術を用いて、歯模性コア、助強コイル、微気変化検出用コイルを積層することができる歯模性検出子を提供することができる。

(3) 半導体基板上で、助強コイルと検出コイルを1ターンずつ交互に巻き、かつ2つの歯模性コアを用いて、外部境界がないとき、誘導波形の打ち消しを行なう逆巻き構造としているので、超小型で、高感度であり、かつ非常に柔軟な境界が検出できる歯模性検出子を得ることができる。

【0016】(4) 半導体基板に架橋される歯模性を用いた微気検出モジュールにおいて、歯模性検出子、及びその歯模性検出子に必要な電子回路を駆動回路として一体化することにより、微気検出モジュール全体を超小型で実現することにより、超小型で、高感度であり、しかも安価で大量生産に優れた歯模性検出モジュールを得ることができる。

【0017】(5) 特に、モノリシック半導体基板上に薄膜技術を用いて、歯模性コア、助強コイル、微気変化検出用コイル、その歯模性検出子に必要な電子回路を駆動回路として一体化することができる歯模性検出モジュールを提供することができる。

【0018】

【実施例】本発明の実施例について図を参照しながら説明する。図1は本発明の第1実施例の歯模性検出子の構成図。図2はその歯模性検出子の動作を示すタイミングチャートであり、図2(a)は歯模性コア2aにおける歯模の波形図、図2(b)は歯模性コア2bにおける歯模の波形図、図2(c)は歯模性コア2aにおける歯模密度の波形図、図2(d)は歯模性コア2bにおける歯模密度の波形図、図2(e)は検出コイル

3. に説明される電圧 V_1 , V_2 の実用図、図 2 (f) は検出コイル $3\bullet$ に巻きられる電圧 $V_1 + V_2$ の波形図である。

【0.0.18】これらの図に示すように、2つの軟磁性コア $2\bullet$, $2\bullet$ に、2つのコイル、つまり、検出コイル ($A - A'$) $3\bullet$ と、励磁コイル ($B - B'$) $3\bullet$ を巻いた構造を、半導体基板 1 上に構成する。なお、集磁回路を一体化せず、個別検出コイルのみ構成する場合には、ガラス基板なども利用できる。励磁コイル $3\bullet$ を図のように巻くと、説明文電流によって生じるコア内の境界が、2つのコアで逆向きになる。一方、検出コイル $3\bullet$ は、2つのコアにまたがって巻いており、このようにすると、説明文電流により電磁誘導のために発生する検出コイル $3\bullet$ における説明電圧は、2つのコア内の境界が逆向きなので打ち消される。コア側面から外部誘導 H_m が加わると、2つのコアに対し同じ向きに加わるので、説明電界を生むことすると、2つのコア内の境界は、それでは $H_m + H_m$, $H_m - H_m$ となる。このとき、図 2 に示すように、検出コイル $3\bullet$ に電圧が発生される。その大きさを求めるこことにより、外部誘導 H_m の大きさを知ることができる。

【0.0.19】特に、半導体（シリコン）基板 1 を用いる磁気検出コイルにおいて、励磁コイル $3\bullet$ と検出コイル $3\bullet$ を2つの軟磁性コア $2\bullet$, $2\bullet$ に1ターンずつ交互に巻いた構造にすることが重要である。このように、半導体基板 1 上で、励磁コイル $3\bullet$ と検出コイル $3\bullet$ を1ターンずつ交互に巻き、かつ2つの軟磁性コア $2\bullet$, $2\bullet$ を用いて、外部誘導 H_m がないとき、説明電圧の打ち消しを行う構造構造としている。

【0.0.20】また、上記の構造とは異なり、1つのコアに励磁コイルと検出コイルを巻いたものでも検出は可能であるが、この場合には、外部誘導がなくとも検出コイルに大きな説明電圧が生じてしまい、導磁率フィルタリング等の検出コイル出力に対する信号処理が面倒になる。次に、図 1 に示される磁気検出コイルを半導体基板上に形成する場合の例を図 4 及び図 4 に示す。

【0.0.21】図 3 は説明の第 1 実用例を示す磁気検出コイルの構造平面図、図 4 は図 3 の C-C' 断面図である。これらの図に示すように、半導体基板（シリコン基板）1 1 上にはシリコン酸化膜などの絶縁膜（シリコン酸化膜）1 2 を形成し、その上に、2 層の金属配線、つまり、コイルの下層配線 1 3 とコイルの上層配線 1 4 をスルーホール 1 7 を介して接続することにより、図 1 に示したと同様な構造構造の励磁コイル ($B - B'$) $3\bullet$, 検出コイル ($A - A'$) $3\bullet$ を構成する。コイルの上層配線 1 4 とコイルの下層配線 1 3 は間に、絶縁膜（ポリイミドなど）1 5, 1 6 を介して軟磁性コア 1 5 を挟んでいる。

【0.0.22】標準型の（半導体基板を用いない）磁気検出コイルにおいても、2つのコアに励磁コイルと検出コ

ルを巻いて、外部誘導がないときに、電磁誘導による説明電圧打ち消すようにしたものは存在している。半導体基板を用いる場合は、励磁コイルと検出コイルを1ターンずつ交互に巻いた構造とすることが重要である。そうしないと、軟磁性コアは、巻き密度が大きくなる。説明コイルによる説明の変化を検出コイルで十分ピックアップできなくなる。半導体基板上で、説明コイルと検出コイルを1ターンずつ交互に巻き、かつ2つのコアを用いて、外部誘導が大きいときと説明電圧の打ち消しを行う構造構造が発明の1つ特徴である。

【0.0.23】以下、上記した第 1 実用例を示す磁気検出コイルの製造方法について、図 5 を参照しながら説明する。図 5 は説明の第 1 実用例を示す磁気検出コイルの製造工程断面図である。ここでは、半導体シリコン基板を用いた場合で説明する。

(1) まず、図 5 (a) に示すように、シリコン基板 1 1 上に基板との接觸のため、絶縁化により絶縁膜（シリコン酸化膜）1 2 を形成する。

【0.0.24】(2) 次に、図 5 (b) に示すように、コイルの下層配線 1 3 となる金属材料を堆積し、1 C プロセスのホトリソグラフィとエッチングによってバーニングを行う。金属材料としては、Al や Cu を用いる。堆積法は、スパッタ、蒸着など様々であるが、Cu を厚く堆積する場合、電気めっき、銀電解めっきが有効である。

【0.0.25】(3) 次に、図 5 (c) に示すように、絶縁膜をとるための絶縁膜（ポリイミドなど）1 4 を堆積する。これは、スパッタや CVD（化学気相成長）によるシリコン酸化膜、ハードカーパーを行ったホトリソスト、ポリイミドなどが利用できる。また、このとき、説明バーニングによって説明膜の下端に凹凸がないよう平坦化を行う。

【0.0.26】(4) 次に、図 5 (d) に示すように、軟磁性材料を堆積し、バーニングし、軟磁性コア 1 5 を形成する。この堆積法としては、電気めっき法やスパッタ法、蒸着法等が利用できる。また、軟磁性材料としては、バーマロイ（Ni と Fe の合金）、各種のアモルファス磁性合金、及びこれらと非磁性材料を交互に積み重ねた多層軟磁性膜が利用できる。

【0.0.27】(5) 次に、図 5 (e) に示すように、絶縁膜をとるための絶縁膜（ポリイミドなど）1 6 を堆積する。

(6) 次に、図 5 (f) に示すように、スルーホール 1 7 をホトリソグラフィとエッチングによって形成する。

(7) 次に、図 5 (g) に示すように、コイルの上層配線 1 3 となる金属材料を堆積し、バーニングを行う。このとき軟磁性膜によって、大きな凹凸を生じるので、ホトリソグラフィにおいては、厚膜レジストを用いるか、または多層レジスト工程などを応用する。

【0.0.28】次に、本説明の第 2 実用例について説明す

る。図6は本発明の第2実施例を示す熱気換出電子の構成図である。この図に示すように、半導体基板上に、同一平面に形成される2つの平面コイルからなる検出コイル21a、21bと、その上方に形成される1つの平面コイルからなる励磁コイル22と、その上方であって、同一平面に形成される2つの熱気換出コア23a、23bを配置する。すなわち、励磁コイル22と2つの熱気換出コア23a、23bを配置のように重ねて配置すると、2つの熱気換出コア23a、23bは、互いに逆向きに配置される。これに、検出コイル21a、21bを重ねると、各熱気換出コア23a、23bの下の検出コイル21a、21bには、交換誘導電流により、互いに逆説の電圧波形が発現される。そこで、検出コイル21a、21bを図5のよう配置すれば、2つの熱気換出コア23a、23b内の熱気換出による誘導電圧が打ち消され、第1実施例1と同様な作用効果が期待される。

【0029】図7は本発明の第2実施例を示す熱気換出電子の構成平面図、図8は図7のローリング構成図である。図7及び図8において、半導体基板41上にはシリコングループなどの絶縁膜33を形成し、その上に、2つの平面コイルからなる検出コイル（コイルの下層記録）31aを形成し、熱気換出（ポリイミドなど）34を介して、その上方に励磁コイル（コイルの上層記録）35を形成し、更に、絶縁膜（ポリイミドなど）36を介して、同一平面に形成される2つの熱気換出コア37を形成する。38はコンタクトである。

【0030】以下、上記した第2実施例を示す熱気換出電子の製造方法について、図9を参照しながら説明する。図9は本発明の第2実施例を示す熱気換出電子の製造工程断面図である。ここでは、半導体シリコン基板を用いた場合で説明する。

（1）まず、図9（a）に示すように、シリコン基板31上に耐熱との接着のため、熱酸化により絶縁膜（シリコングループ）33を形成する。

【0031】（2）次に、図9（b）に示すように、コイルの下層記録となる金属材44を形成し、「C」プロセスのホトリソグラフィとエッチングによってパターニングを行う。金属材料としては、AlやCuを用いる。堆積法は、スパッタ、蒸着など様々であるが、Cuを多く堆積する場合、電気めっき、無電解めっきが有効である。

【0032】（3）次に、図9（c）に示すように、絶縁をとどめるための絶縁膜（ポリイミドなど）34を堆積する。これは、スパッタやCVD（化学気相堆積）によるシリコングループ膜、ハードキュアを行ったホトレジスト、ポリイミドなどが利用できる。また、このとき、記録パターンによって磁性膜の下地に凹凸ができないよう平坦化を行う。

【0033】（4）次に、図9（d）に示すように、コ

イルの上層記録となる金属材料を堆積し、「C」プロセスのホトリソグラフィとエッチングによってパターニングを行う。金属材料としては、AlやCuを用いる。堆積法は、スパッタ、蒸着など様々であるが、Cuを多く堆積する場合、電気めっき、無電解めっきが有効である。

【0034】（5）次に、図9（e）に示すように、絶縁をとどめる絶縁膜（ポリイミドなど）36を堆積する。これは、スパッタやCVD（化学気相堆積）によるシリコングループ膜、ハードキュアを行ったホトレジスト、ポリイミドなどが利用できる。

（6）次に、図9（f）に示すように、熱気換出コア37を形成する。この堆積法としては、電気めっき法やスパッタ法、蒸着法等が利用できる。また、熱気換出コアとしては、パーマロイ（NiとFeの合金）、各種のアモルファス磁性合金、及びこれらと熱気換出コアを交互に積み重ねた多層熱気換出膜が使用できる。

【0035】このように構成することにより、第1実施例に比べて、製造工程が簡単であり、スルーホールの数も非常に少なくて済むので、歩留まりが向上する。更に、上層記録の形成の際、大きな飛散がないので、通常のホトリソグラフィプロセスが適用できる。また、熱気換出コアを一層操作に分成できるので、電子を操作する過程において発生する熱的なストレスが熱気換出コアに発生せず、熱気換出コアの特性が向上できる。

【0036】次に、本発明の第3実施例について説明する。図10は本発明の第3実施例を示す熱気換出モジュールの断面構成図である。この図に示すように、半導体（シリコン）基板41上に誘導コイル組合用集積回路42、熱気換出電子43及び熱気換出信号処理用集積回路44を組み合わせ、熱気換出モジュールを構成している。

【0037】ここで、熱気換出電子43としては、上記第1実施例及び第2実施例述べた熱気換出電子を用い、この熱気換出電子が必要な電子回路を同一半導体基板41上に構成する。図11は本発明の第3実施例を示す熱気換出モジュールとして組み込まれる電子回路のブロック図。図11はその熱気換出モジュールの巡回動作を示すタイミングチャートである。図11において、この熱気換出モジュールは、大別すると、励磁コイル駆動用集積回路51、熱気換出電子53と熱気換出信号処理用集積回路52からなる。そして、励磁コイル駆動用集積回路51は、パルス発生器52、分周回路53及び駆動回路54からなる。

【0038】また、熱気換出電子53は、コア53a、励磁コイル53b、検出コイル53cからなる。更に、熱気換出信号処理用集積回路52は、高周波増幅器57、クロス結合スイッチ回路58、低周波過フィルタ59、位相調整及び制御信号発生器60を有している。

【0039】また、半導体部品52で電圧パルスP1（4/10）を発生し、この電圧パルスP1（4/10）を、まず分類回路（第1段）53に通して、周波数が1/2でデューティ比が50%のパルスP2（2/10）に変換する。このパルスの周波数（2/10）は、十分高い周波数が得られるよう1MHzと程度以上の高い周波数とする。さらに、分類回路（第2段）53により、周波数がその1/2のパルスP3（1/10）を生成する。周波数54では、このパルスP3（1/10）を3角波に変換し、強制検出素子55の感度コイル56。を3角波状の電圧P4で駆動する。このとき、強制検出素子55の感度コイル56からは、外部磁界がなければ、電圧は得られず、外部磁界が加わったとき、図12（a）に示すような波形が得られる。ここで、磁界の向きが順方向のとき、実線のような波形であるとすると、逆方向の磁界に対しては、破線のような波形となる。この波形を高周波検出部57により增幅した後、クロス結合スイッチ部58に通す。ここでは、初期の分類回路の出力をもとにして発生した図12（a）と図12（b）のような2つのパルスを用いて、電圧の極性を切り替えることにより、図12（1）のような波形に変換する。

【0040】図13はそのクロス結合スイッチ部の動作の説明図であり、極性の極性の切り替えの原理を示している。この図において、駆動信号が“1”的場合、ストレートに接続されるようスイッチが動作され、入出力の電圧の極性は同じであるが、0が“0”的場合、接続がクロスするようスイッチが動作され、電圧の極性が反転する。したがって、図12のようなタイミングで制御すれば、図12（1）のような波形が得られる。この後、これを低通過フィルタ59に通せば、図12（2）の波形の波形の波形が得られるが、その大きさは、外部直流磁界の大きさに比例しており、外部磁界が測定できる。なお、逆方向の磁界の場合には、図12（c）の波形は破線の通りとなり、低通過フィルタの通過後は、逆極性の電圧が得られる。すなわち、方向性を持った検出を行うことができる。

【0041】上記のクロス結合スイッチ部を約0.8トランジスタ回路で実現すると、図14に示すような回路となる。次に、本発明の第4実施例について説明する。図15は本発明の第4実施例を示す強制検出モジュールの構成図である。この実施例では、検出コイルの代わりに、半導体強制センサを用いるようにしたものである。より具体的には、図15（a）においては、中央にホール素子を用いた半導体強制検出素子51を配置し、これを熱敏性コア52、53と動磁コイル54、55を組み合わせて構成した強制検出モジュールである。

【0042】また、図15（b）においては、中央に分割ドレン型強制トランジスタを用いた半導体強制検出素子71を配置し、これを熱敏性コア72、73と動磁コイル74、75を組み合わせて構成した強制検出モジ

ュールである。これらは駆動信号によって駆動を受取し、半導体強制検出素子の感度を高めたものと考えることができる。十分な効率を得るために、また、反応時間の影響を考慮して十分に長いコアを用いる。2つのコアのギャップ部に半導体強制検出素子を配置し、ギャップができる限り狭くする。また、コアにコイルを巻き、コアの磁化が飽和する程度に十分大きな駆動の電流を要する。半導体強制検出素子は、この駆動強度によって、駆動電界による磁界と外部磁界の効により生じたコアの感度強度の変化を検出する。外部磁界によって、駆動強度が変化し、適切な信号処理を行うことによって、外部磁界に比例した電圧を得ることができる。

【0043】このような駆動回路を用ひないと、コアが飽和してしまい、感度が下がったり、駆動特性にヒステリシスを持つようになる。図16は本実施例の第4実施例を示す強制検出モジュールを半導体素子上に実現する場合の板状平面上図。図17は図16のA-A断面構造図である。ここでは、半導体強制検出素子としては、分割ドレン型強制トランジスタを2つ用いている。これは、単結晶シリコン基板を用いて、絶縁層高方性エッチング台形状の溝を作り、溝の斜面に、2つの強制トランジスタを構成する。また溝の斜面を利用して、下層の金属配線を形成し、また、溝の中にも誘導材料を盛り込む。その上に上層配線を形成して、スルーカールを経由して、下層配線と接続状に接続することにより、コイルを形成する。このようにして、図15（b）と類似の構造が実現できる。

【0044】図16及び図17において、81はp型単結晶シリコン基板、84は深い溝位に形成されるチャネルとなるn型不純物層、85は深い溝位に形成される上部ゲートとなるp型不純物層、87はnチャネル接合型電解効果トランジスタを利⽤した分割ドレン型強制トランジスタのドレン（n+）電極層、88はnチャネル接合型電解効果トランジスタを利⽤した分割ドレン型強制トランジスタのソース（n-）電極層、89はシリコン酸化膜、90はコイルの下層配線、91は誘導膜（ポリイミドなど）、92は溝に盛り込まれた誘導性材料からなる誘導性コア、93は誘導膜（ポリイミドなど）、94はコンタクトホール、95はコイルの上層配線、96はコンタクトト、97は金属電極を示している。

【0045】図18は本実施例の第4実施例を示す半導体強制センサ部の動作原理を示す図であり、この図を用いて半導体強制センサ部の動作原理について説明すると、分割ドレン型強制検出素子は、チャネルの間に位置する磁界が加わったとき、キャリアである電子が、磁界によるローレンツ力を受けて軌道が曲げられることにより、2つのドレン間で電流が生じ、その差が磁界の大きさに比例することを利用するものである。

【0046】このような2つの強制トランジスタが、図18のような角度で配置され、接続されていると、図の

ような方向の樹脂に対する、1-a1, 1-b1が導入し、逆に、1-a2, 1-b2は、減少する。しかがって、單純に2つの樹脂トランジスタを図18の上部に接続することによって、2つの樹脂トランジスタの電流変化の和を求めることができる。また、各樹脂トランジスタは、常に垂直な方向に最大感度を持つが、これらは、コアの軸に対して傾いている。しかし、2つの和を求めるによつて、その合戦出力はコアの軸方向に最大感度を持つようになる。

【0047】図19は本発明の第4実施例を示す樹脂検出モジュールの製造工程図である。ここでは、半導体シリコン基板を用いた場合で説明する。

(1) 首先、図19(a)に示すように、面方位100のn型の單結晶シリコン基板81を用い、その上にシリコン酸化膜を形成させ、ホトリソによりシリコン酸化膜82を形成する。

【0048】(2) 次に、シリコン酸化膜82をマスクとして、図19(b)に示すように、絶縁被膜方式エッチングにより、台形状の溝を形成する。これは、アルカリ系の特異なエッチング液を用いると、100方向に比べて111方向のエッチング速度が速くなることを利用するものである。これによって111面に相当する面が斜面となる正確な台形状の立体構造が得られる。その溝の底部にnチャネル複合型電気効果トランジスタをベースとした分割ドレイン型電気トランジスタを作成する。まず、バーニングされたフロトレジスト83をマスクとして、イオン注入によりn型不純物を深く導入して、チャネルとなるn型不純物層84を形成する。次いで、p型不純物を浅く導入し、上部ゲートとなるp型不純物層85を形成する。

【0049】(3) 次に、図19(c)に示すように、熱処理を経てシリコン酸化膜82を熱強化により成長させる。

(4) 次に、図19(d)に示すように、ソース、ドレンの部分の酸化膜を除去し、この部分に電極をとるため、高濃度のn型不純物を導入し、nチャネル複合型電気効果トランジスタを判別した分割ドレイン型電気トランジスタのドレイン(n+)抵抗層87と、nチャネル複合型電気効果トランジスタを利用した分割ドレイン型樹脂トランジスタのソース(n+)抵抗層88とを形成する。これは、熱抵抗、イオン注入いずれでも可能である。

【0050】(5) 次に、図19(e)に示すように、シリコン酸化膜82を熱強化全体的に成長させた後、コイルの下層記録90となる金属材料を堆積し、バーニングを行う。

(6) 次に、図19(f)に示すように、絶縁材料からなる絶縁膜(ポリイミドなど)91を堆積した後、溝の中に埋め込まれた形に絶縁性材料を堆積した後、バーニングし、絶縁性コア92を形成する。

【0051】(7) 次に、樹脂記録(ポリイミドなど)93を堆積し、コントラクトホール94を形成した後、コイルの上層記録95を堆積してバーニングし、コイルの上層記録95とコイルの下層記録90とをコントラクト96で接続してコイルの構造を完成するとともに、樹脂トランジスタのソース、ドレンへの金属電極97を形成する。

【0052】図20に、図18に示した樹脂検出モジュールの構造を示す。その動作を図21のタイミングチャートを用いて説明する。パルス発生器101から出力され、図21(e)に示す電源クロックを分周器102に通し、図21(f)に示す1/2の周波数でデューティ比が50%のパルスを生成する。コイルの駆動回路103で、図21(g)に示す目標電流の波形に変換し、コアの細化が十分進むる程度に大きさを調整でコアを駆動する。このとき、コア内の電流密度波形は、側面の細幅が大きくなつたところで抑制し、これを2つのコアのギャップ部に挟んだ樹脂トランジスタで検出すると樹脂トランジスタには、コア内の電流密度波形と同様な、図21(h)に示す電圧波形が発生する。外部細幅がない場合は、対称的な波形であるが、外部細幅界が電流すると、母線のように電流が変化する。樹脂トランジスタの出力を、A/D(変換)アンプ108で増幅するとともに、直角成分をカットすると、図21(i)のように、外部細幅がない場合変化はないが、外部細幅界が加わった場合には、複数のように変化する。そこで、台形状の波形の正と負のピーク値をそれぞれアンプし、これらの和を求ることで台形の高さの値を求めることができる。この値は、外部細幅に比例している。このような演算は、スイッチトキャバシタ方式の演算器110とS/H(サンプル/ホールド)回路120により行うことができる。また、図21(j)のようなパルスを生成してこれによって負のピーク値のサンプリングを行い、その電圧でキャバシタC1を充電する。次に、図21(k)のパルスで正のピーク値のサンプリングを行うと、キャバシタC1にその電圧が充電されるとともに、正負のピーク値の値に比例した電荷がキャバシタC2に転送される。これにより生じた図21(l)に示す電圧(h)をS/H回路120でサンプルして保持することにより、図21(j)のような直角電圧が得られる。その大きさは、外部細幅に比例している。

【0053】なお、図20において、1G5は直角電圧、1G6及び1G7は抵抗、1G9は軸側パルス発生回路、111, 112, 113, 115及び121はスイッチ、C9はキャバシタである。なお、104は検出コイル、114, 122はMOS型オペアンプである。このような電子回路は、第3実施例の場合と同様、検出素子とともに同一シリコン基板上に作製し、集成化することができる。

【0054】なお、本発明は上記実施例に限定されるも

の方法なく、本発明の構成に従つて図4の動作が可能であり、これらを本発明の構成から排説するものではない。

〔0.0.5.5〕

【発明の効果】以上、詳細に述べたように、本発明によれば、以下のような効果を達成することができる。

(1) 半導体基板に集成された蓄氣検出素子において、半導体基板上に形成される蓄氣检测コアと、この检测コアを支持的に固定するための检测膜により形成される检测コイルと、金属膜により形成される蓄氣密化検出用コイルとを形成するようにしたので、感度が高く、しかも正確な检测の検出を行うことができ、しかも超小型の半導体基板上に集成される蓄氣検出素子を得ることができる。

(2) 特に、モノリシック半導体基板上に導説技術を用いて、检测性膜コア、检测コイル、蓄氣密化検出用コイルを積層することができる蓄氣検出素子を提供することができる。

(3) 半導体基板上で、检测コイルと検出コイルを1ターンずつ反対に巻き、かつ2つの检测性膜コアを用いて、外部電極を嵌めとき、检测膜の往復伸縮を行なう卷繞構造としているので、超小型で、高感度であり、しかも極めて检测の境界を検出できる蓄氣検出素子を得ることができる。

(4) 半導体基板に集成される蓄氣膜を用いた蓄氣検出モジュールにおいて、蓄氣検出素子及びその蓄氣検出素子に必要な電子回路を集成回路として一体化することにより、蓄氣検出モジュール全体を超小型で実現することにより、超小型で、高感度であり、しかも安価で大量生産の容易な蓄氣検出モジュールを得ることができる。

(5) 特に、モノリシック半導体基板上に導説技術を用いて、检测性膜コア、检测コイル、蓄氣密化検出用コイル、その蓄氣検出素子に必要な電子回路を集成回路として一体化することができる蓄氣検出モジュールを提供することができる。このようにして得られる蓄氣検出素子及び蓄氣検出モジュールは、例えば、地磁気検出によるオピグーションシステム、地磁気変動モニタ(地震予知)、一等の生体微気計測、金属材料の欠陥検出、簡便的な応用として、磁気エンコーダ、無接点ゲンシジョンメータ、電流センサ、トルクセンサ、変位センサ等として、広泛な利用が可能である。

【底面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の蓄氣検出素子の構造剖面図である。

【図2】本発明の第1実施例の蓄氣検出素子の動作を示すタイミングチャートである。

【図3】本発明の第1実施例を示す蓄氣検出素子の構造平面図である。

【図4】本発明の第1実施例を示す蓄氣検出素子のC-C'断面図である。

【図5】本発明の第2実施例を示す蓄氣検出素子の構造剖面図である。

【図6】本発明の第2実施例を示す蓄氣検出素子の構造平面図である。

【図7】図5のD-D'構造面図である。

【図8】本発明の第2実施例を示す蓄氣検出素子の製造工程剖面図である。

【図9】本発明の第3実施例を示す蓄氣検出モジュールの構造面図である。

【図10】本発明の第3実施例を示す蓄氣検出モジュールとして組み込まれる蓄氣回路のブロック図である。

【図11】本発明の第3実施例を示す蓄氣検出モジュールの回路動作を示すタイミングチャートである。

【図12】本発明の第3実施例を示す蓄氣検出モジュールのクロス結合スイッチ回路の動作の説明図である。

【図13】本発明の第3実施例を示す蓄氣検出モジュールのクロス結合スイッチ回路をMOSトランジスタ回路で実現した構造図である。

【図14】本発明の第4実施例を示す蓄氣検出モジュールの構造面図である。

【図15】本発明の第4実施例を示す蓄氣検出モジュールを半導体基板上に構成する場合の構造平面図である。

【図16】図15のA-A'断面図である。

【図17】本発明の第4実施例を示す半導体蓄氣センサの動作原理を示す図である。

【図18】本発明の第4実施例を示す蓄氣センサの製造工程剖面図である。

【図19】本発明の第4実施例を示す蓄氣検出モジュールの構造図である。

【符号の説明】

1, 11, 31, 41 半導体基板(シリコン基板)
2a, 2b, 15, 23a, 23b, 37 检测性膜コア

3a, 21a, 21b, 55a 検出コイル

3b, 22, 55a, 54, 55, 74, 75 检测コイル

12, 32 感應膜(シリコン酸化膜)

13, 33, 90 コイルの下部配線

14, 15, 34, 35, 91, 93 記憶膜(ポリイミドなど)

17 スルーホール

18, 35, 95 コイルの上部配線

38 コンタクト

42, 51 蓄氣コイル駆動用集積回路

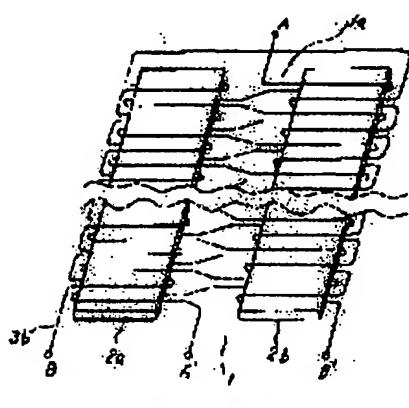
43, 55 蓄氣検出素子

44, 56 蓄氣検出信号処理用集積回路

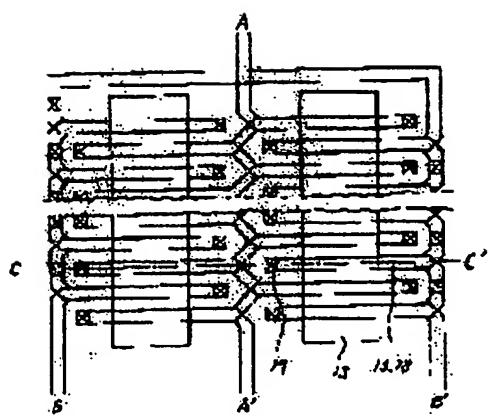
5.2, 103: パリス誘導器
 5.3, 105: 分選回路
 5.4, 106: 電動回路
 5.5: コア
 5.7: 高速波形回路
 5.8: クロス結合スイッチ回路
 5.9: 低速回路コアルタ
 6.0: 位相調整及び制御信号発生部
 6.1, 7.1: 平板状微細挿出素子
 6.2, 6.3, 7.2, 7.3, 8.2: 欧陽性コア
 8.1: □型單結晶シリコン基板
 8.2, 8.6, 8.9: シリコン酸化膜
 8.3: フォトレジスト
 8.4: チャネルとなる□型不純物層
 8.5: 上部ゲートとなる□型不純物層

9.7: 開けドレイン電極部トランジスタのドRAIN
 (n+) 絶縁層
 9.8: 分離ドレイン電極部トランジスタのソース (n-)
 1.1: 絶縁層
 9.4: コンタクトホール
 9.5: コンタクト
 9.7: 金属電極
 1.05: 直流電源
 1.06, 1.07: 電抗
 1.08: AC (交流) アンプ
 1.09: 周期パルス発生回路
 1.10: 加速器
 1.11, 1.13, 1.15, 1.21: スイッチ
 1.20: S/H (サンプル/ホールド) 回路

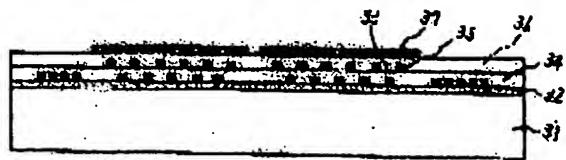
【図1】



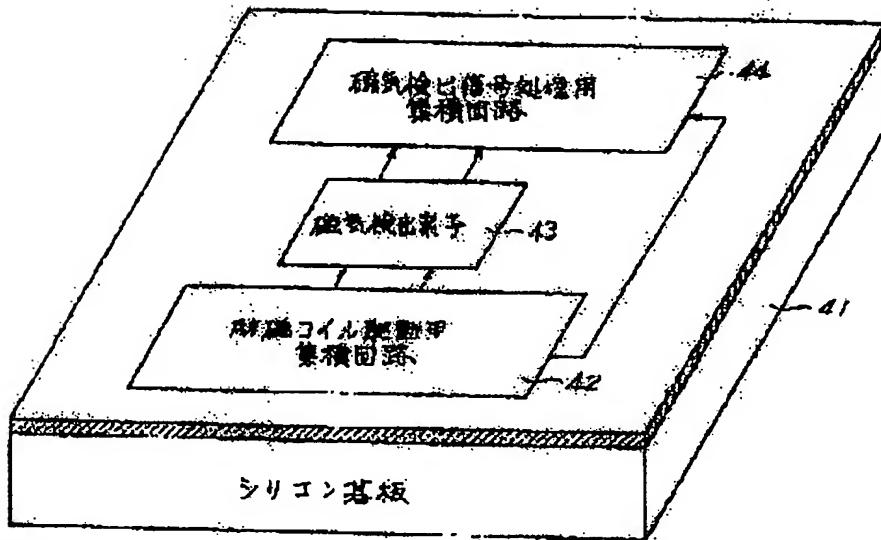
【図3】



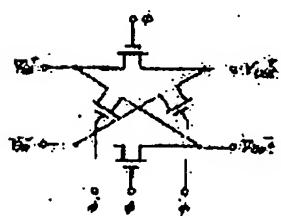
〔図 8〕



〔図 10〕



〔図 14〕



〔図 15〕

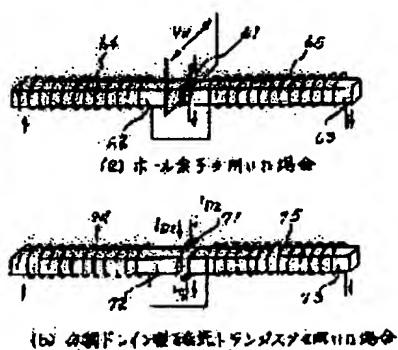
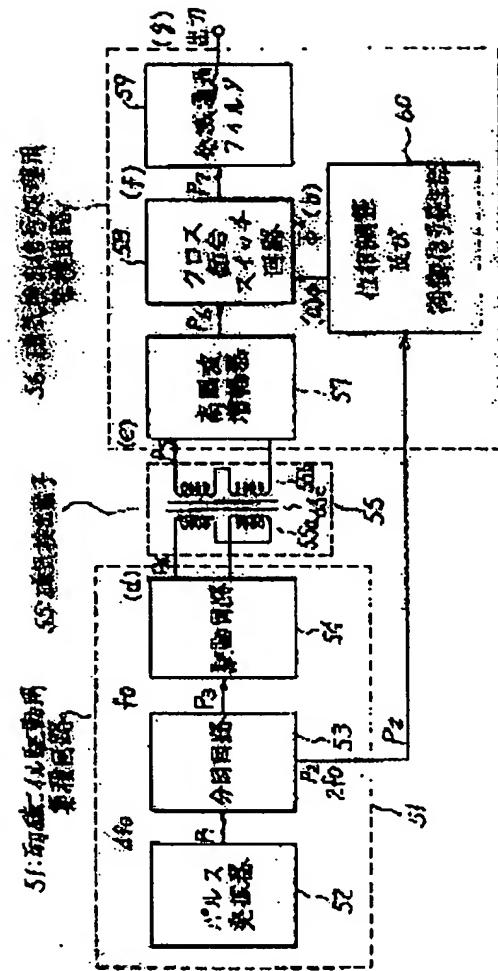
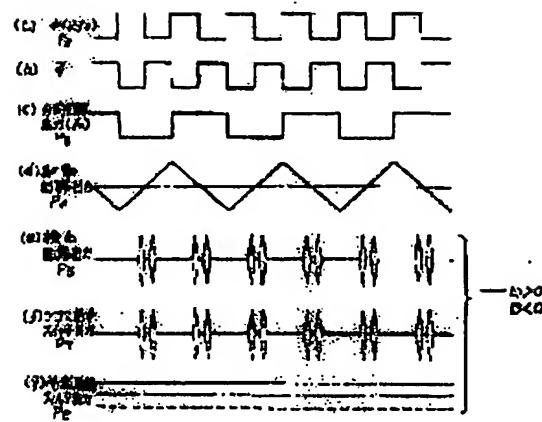


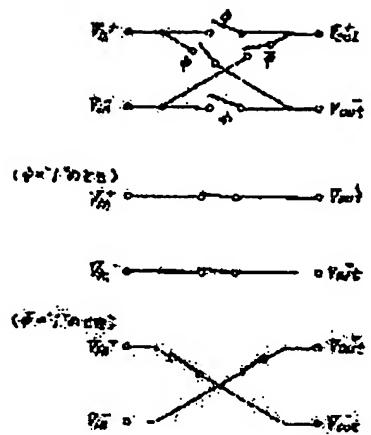
図 1-1



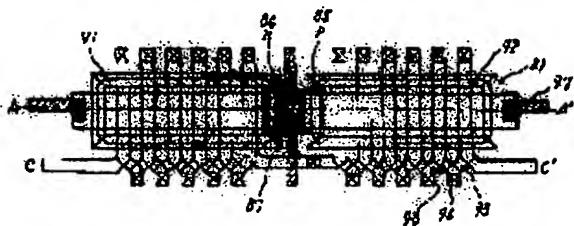
[図12]



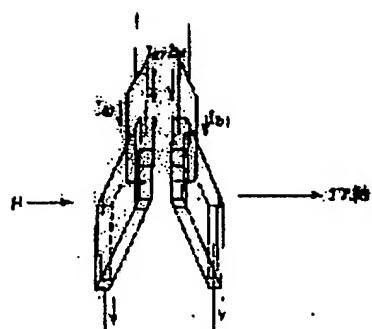
[図13]



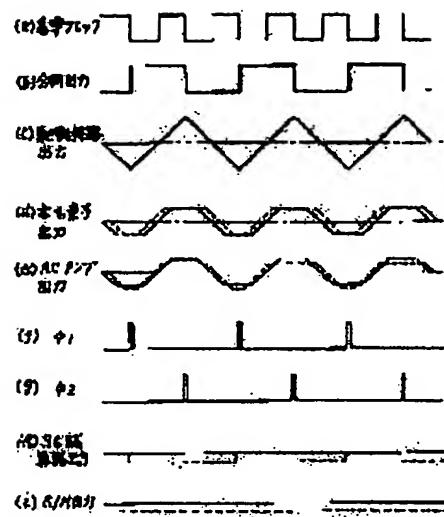
[図16]

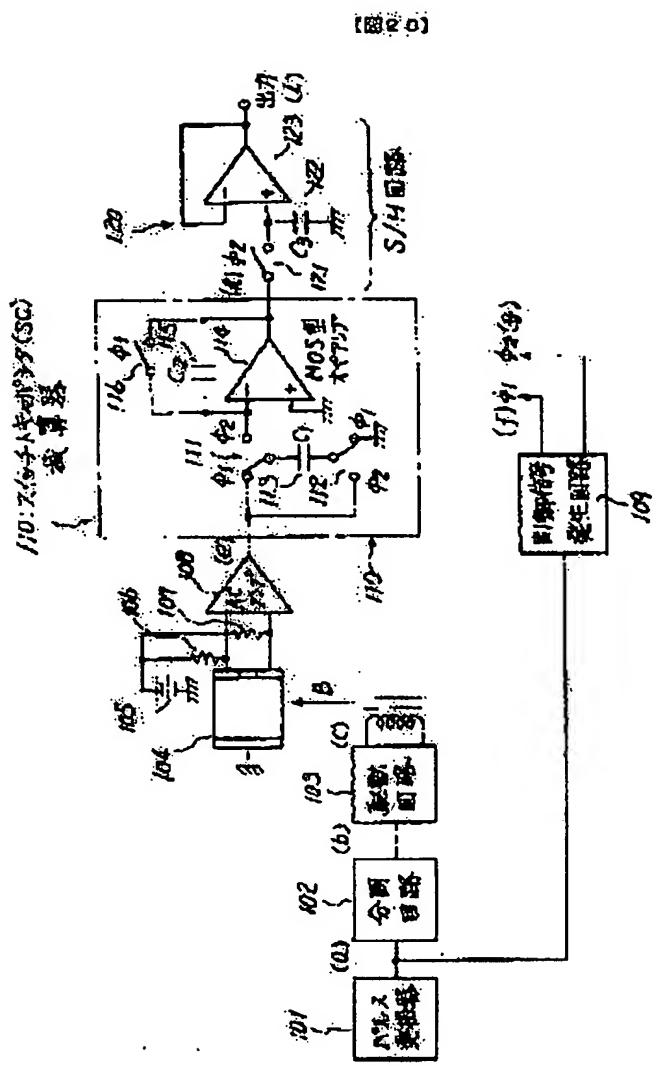


〔図1-8〕



〔図2-1〕





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.